

УДК 628.17

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМЫ ЗАМКНУТОГО ВОДООБОРОТНОГО ЦИКЛА В ПРОИЗВОДСТВЕ ДЕГИДРИРОВАНИЯ ПРОПАНА

В. Е. Яковлев¹, Ю. И. Нейн²

^{1,2} Уральский федеральный университет имени первого
Президента России Б. Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия

² y.i.nein@urfu.ru

Аннотация. В работе рассмотрено применение системы замкнутого водооборотного цикла в производстве дегидрирования пропана. Рассчитана экономическая эффективность инвестиций.

Ключевые слова: ресурсосбережение, вода, замкнутый водооборотный цикл, дегидрирование пропана, пропилен

USE OF A CLOSED WATER CYCLE SYSTEM IN THE PRODUCTION OF PROPANE DEHYDROGENATION

V. E. Yakovlev¹, Yu. I. Nein²

^{1,2} Ural Federal University named after the First
President of Russia B. N. Yeltsin, Ekaterinburg, Russia

² y.i.nein@urfu.ru

Abstract. The article discusses the use of a closed water cycle system in the production of propane dehydrogenation. The economic efficiency of investments is calculated.

Keywords: resource saving, water, closed water cycle, propane dehydrogenation, propylene

Дегидрирование пропана является достаточно энергоемким процессом химической промышленности. Для технологических нужд требуется большое количество тепла, водяного пара и воды. Два последних ресурса ставят перед инженерами и конструкторами производств задачу грамотного планирования и проектирования систем водоснабжения и водоотведения.

Производства, требующие большого количества водных ресурсов, являются наиболее сложными в связи с тем, что необходимо проектирование и создание мощных водоочистных сооружений и сооружений по очистке химически загрязненных сточных вод.

Системы производственного водоснабжения могут быть:

1) прямоточными, в которых подаваемая от первичного источника вода после однократного использования отводится за пределы предприятия;

2) оборотными, в которых отработанная вода подвергается охлаждению, очистке и возвращается для последующего использования в этом же производстве, т. е. замыкается в цикле.

Существенный недостаток прямоточного водоснабжения — необходимость сброса отработанных вод в водоемы. Эти системы используются только на старых предприятиях.

Использование замкнутых систем позволяет снизить расходы на очистку воды на подпитку, которая составляет до 2 % в связи с малыми потерями (которые можно сделать еще меньше путем увеличения герметичности системы), а также уменьшить количество сточных вод и, соответственно, затраты на производство очистных сооружений.

Схема производственного оборотного водоснабжения предприятия включает в себя комплекс сооружений, обеспечивающих прием воды из водозабора, подачу ее потребителям в необходимом количестве под требуемым давлением, очистку, обработку и охлаждение.

Объединение производств пропилена (путем дегидрирования пропана) и полипропилена в один технологический процесс позволяет получать высокомаржинальный продукт в результате переработки попутного нефтяного газа, обладающего низкой стоимостью, что в итоге обеспечивает предприятие высокими показателями прибыли.

В связи с большой мощностью производства возникает необходимость в большом количестве водных ресурсов, которая направляется на выработку пара и другие технологические нужды, а также в качестве теплофикационной воды. Для уменьшения затрат на водоподготовку и очистку сточных вод на предприятии реализован замкнутый водооборотный цикл.

Процесс обработки сточных вод и возврата их в технологический цикл имеет незначительные отличия от классической технологии замкнутого водооборотного цикла и состоит из следующих стадий:

1) сбор конденсата. Технологический конденсат поступает в коллектор конденсата с паровых турбин технологических компрессоров установки компримирования, установки сепарации, паровых турбин технологических насосов установки дегидрирования пропана и направляется в емкость сбора конденсата, проходя через стадии 2 и 3;

2) охлаждение. После сбора конденсат распределяется на 3 потока и проходит через 3 пластинчатых теплообменника. В них происходит рекуперация тепла возвращенного конденсата и нагрев конденсата, направляемого из емкости на технологические нужды;

3) очистка. Конденсат после теплообменников объединяется в один поток и далее направляется в узел очистки, состоящий из угольных фильтров, работающих поочередно. При этом каждый фильтр имеет три режима работы: ожидание, работа и промывка адсорбента;

4) подпитка. В системе имеются негерметичные участки, а также возможны потери в связи с испарением воды в окружающую среду. В связи с этим организована подпитка системы подготовленной водой. Она осуществляется путем подачи воды с установки фильтрации, включающей системы механической очистки и мембранные системы. Кроме того, организована подпитка системы деминерализованной водой с производства электротеплопарогенерации (ЭТПГ).

Таким образом, собранный конденсат с предприятия полностью собирается, обрабатывается и возвращаются в производственный цикл. При этом потери воды из системы составляют не более 2 %.

Использование промышленной оборотной воды снижает количество используемой воды из водозабора, а также уменьшает количество сточных вод, что положительно сказывается на экологической ситуации в районе производства.

Оценка экономической эффективности инвестиций в проектирование и реализацию замкнутого водооборотного цикла осуществлена с помощью статических методов: расчета простой нормы прибыли и срока окупаемости.

Простая норма прибыли [1] показывает, какая часть инвестиционных затрат возвращается в виде прибыли в год, например:

$$P_{\text{и}} = \frac{\Delta\Pi_{\text{ч}}}{K_{\text{доп}}} = \frac{62000}{300000} \cdot 100 \% = 21\% ,$$

где $P_{\text{и}}$ — рентабельность инвестиций; $\Delta\Pi_{\text{ч}}$ — прирост чистой прибыли за год, тыс. р.; $K_{\text{доп}}$ — дополнительные капитальные вложения, тыс. р.

Срок окупаемости представляет собой период, в течение которого весь объем генерируемых проектом денежных средств, куда входят суммы прибыли и амортизации, направляется на возврат первоначально инвестируемого капитала [1]. При этом важно, чтобы капитальные вложения окупались как можно быстрее, например:

$$T_o = \frac{K_{\text{доп}}}{\Delta\Pi_{\text{ч}} + \Delta A_{\text{год}}} = \frac{300000}{62000 + 12} = 4,8 \text{ лет} = 58 \text{ мес.},$$

где T_o — срок окупаемости дополнительных капитальных вложений, лет; $\Delta A_{\text{год}}$ — прирост амортизационных отчислений, тыс. р.

Сброс в водоемы общего пользования производственных вод требует правильной очистки последних, в противном случае это может привести к губительным последствиям для экосистем. По этой причине внедрение систем замкнутого водооборотного цикла на предприятиях в целях ресурсосбережения является экономически обоснованным и снижает неблагоприятное воздействие на окружающую среду, а также позволяет снизить забор свежей воды из природных водоемов.

Список источников

1. Высоцкая Н. Я., Тихонравова Л. Н. Экономическое обоснование дипломных проектов по техническому перевооружению химических производств. Екатеринбург : УГТУ-УПИ, 2007. 52 с.